

รายงานผลงานเรื่องเติมการทดลองที่สิ้นสุด

-
- ชุดโครงการวิจัย** : โครงการวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตกล้วยเศรษฐกิจเพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตคุณภาพ คุณภาพผลผลิตและเพิ่มมูลค่าทางการตลาด
 - โครงการวิจัย** : โครงการคัดเลือกพันธุ์และพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตกล้วยเพื่อการบริโภคสด เพิ่มมูลค่าเป็น ผลิตภัณฑ์และการนำสารสำคัญจากกล้วยไปใช้ประโยชน์

กิจกรรม : การพัฒนาการใช้ประโยชน์จากคุณค่าทางโภชนาการของกล้วยและการพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปชนิดใหม่ๆ เพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิต

กิจกรรมย่อย (ถ้ามี) : การเพิ่มมูลค่าจากสารสกัดจากกล้วยในเวชภัณฑ์เพื่อสุขภาพ
 - ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย)** : การใช้แป้งกล้วยชนิดต่าง ๆ ทดแทนแป้งในผลิตภัณฑ์อาหารเส้น

ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Application of Banana Flour as Wheat Flour Substitutes in Pasta
 - คณะผู้ดำเนินงาน**

หัวหน้าการทดลอง : นางสาววิมลวรรณ วัฒนวิจิตร

ผู้ร่วมงาน : นายประยูร เอ็นมาก

นางสาวศิริพร เต็งรัง

สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

5. บทคัดย่อ

กล้วยเป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางอาหารมากมายและประเทศไทยเป็นแหล่งกำเนิดกล้วยที่สำคัญแห่งหนึ่งของโลก การศึกษาการใช้แป้งกล้วยชนิดต่างๆ ทดแทนแป้งในผลิตภัณฑ์อาหารเส้นจะเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์ ลดต้นทุนการผลิต และเพิ่มมูลค่าให้กับกล้วยเกรดต่ำ โดยการผลิตแป้งกล้วยจากกล้วยน้ำว้า กล้วยหอม และกล้วยไข่ โดยวิธีโม่แห้งและโม่เปียก พบว่ากล้วยทั้ง 3 ชนิดและการผลิตแป้งกล้วยทั้ง 2 วิธีให้ผลผลิตแป้งกล้วยที่มีสมบัติทางกายและองค์ประกอบทางเคมีใกล้เคียงกัน โดยได้ผลผลิตเฉลี่ยร้อยละ 15.49 ของน้ำหนักสด มีช่วงการกระจายตัวของขนาดอนุภาค 10 - 59 ไมโครเมตร ค่าแวลูเออร์แอกทิวิตี (Aw) เฉลี่ย 0.352 ค่าสี มีค่าความสว่าง (L) อยู่ระหว่าง 75.52 - 82.69 ค่าสีแดงอยู่ระหว่าง -0.15 - 1.92 และ ค่าสีเหลืองอยู่ระหว่าง 7.63 - 12.05 และมีความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใย และ เถ้า เฉลี่ยร้อยละ 6.92 3.62 0.24 1.04 และ 2.72 ตามลำดับ นอกจากนี้ในแป้งกล้วยยังมีปริมาณฟรุกแทนทั้งหมดซึ่งเป็นสารพรีไบโอติกส์ที่มีคุณประโยชน์ต่อร่างกายเฉลี่ยร้อยละ 0.06 จากนั้นศึกษาการใช้แป้งกล้วยน้ำว้าและแป้งกล้วยไข่ทดแทนแป้งสาลีดูรัมเซโมลินาในการผลิตเส้นพาสต้าร้อยละ 10 และ 20 ของปริมาณแป้งสาลีดูรัมเซโมลินา โดยสูตร แป้ง 63.33 % และน้ำ 33.33 % พบว่าเส้นพาสต้าที่มีการทดแทนแป้งสาลีดูรัมเซโมลินาด้วยแป้งกล้วยทั้งสองชนิด ในปริมาณร้อยละ 10 ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยรวมและมีความเหนียวของเส้นพาสต้าโดยการวัดแรงดึงในระดับเดียวกับเส้นพาสต้าจากแป้งสาลีดูรัมเซโมลินา

6. คำนำ

กล้วย (Musa spp.) เป็นพืชที่มีแหล่งกำเนิดในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งประเทศไทยอยู่ในเขตพื้นที่ที่เหมาะสมแก่การเพาะปลูกกล้วย และให้ผลผลิตมากในแถบเอเชีย โดยทุกภาคของประเทศไทยสามารถปลูกกล้วยได้ และให้ผลผลิตผลได้ตลอดทั้งปี จึงทำให้ง่ายต่อการส่งเสริมการปลูกหากต้องการเพิ่มผลผลิต ทุกส่วนของกล้วยสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ กล้วยที่นิยมบริโภคส่วนใหญ่ ได้แก่ กล้วยหอม กล้วยน้ำว้า และกล้วยไข่ คุณค่าทางอาหารของกล้วยสูงเมื่อเทียบกับผลไม้ชนิดอื่น ๆ กล้วยอุดมไปด้วยคาร์โบไฮเดรต

กล้วยจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญอย่างหนึ่งของประเทศไทย เป็นผลไม้พื้นเมืองของไทยที่ปลูกง่ายให้ผลผลิตตลอดปี สามารถผลิตได้มาก และมีคุณภาพดี โดยเฉพาะกล้วยน้ำว้ามีปริมาณคาร์โบไฮเดรตและโพแทสเซียมซึ่งเป็นแร่ธาตุที่จำเป็นต่อร่างกายในปริมาณที่สูง ปัจจุบันมีการนำกล้วยมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เพื่อการถนอมอาหาร และเพิ่มมูลค่าของสินค้า เช่น กล้วยตาก กล้วยกวน กล้วยอบน้ำผึ้ง และแป้งกล้วย

แป้งกล้วยเป็นวัตถุดิบทางอุตสาหกรรมเกษตรที่มีคุณค่า ควรส่งเสริมให้ผลิตและนำแป้งกล้วยไปใช้ประโยชน์ให้มากขึ้น ผลิตภัณฑ์อาหารเส้นมีหลากหลายรูปแบบ เช่น ก๋วยเตี๋ยว บะหมี่ รวมไปถึงพาสต้า อาหารเส้นที่เก่าแก่มาแต่โบราณของชาวยุโรป และได้รับความนิยมแพร่หลายมาทางแถบเอเชียรวมทั้งประเทศไทยเพิ่มขึ้น

อย่างรวดเร็วโดยเฉพาะกับคนรุ่นใหม่ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปมาจากแป้งสาลีซึ่งต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศ ดังนั้นในงานวิจัยนี้ต้องการศึกษาการประยุกต์ใช้แป้งกล้วยชนิดต่าง ๆ ทดแทนแป้งในผลิตภัณฑ์อาหารเส้น

7. วิธีดำเนินการ

7.1 อุปกรณ์และสารเคมี

- เครื่องชั่งไฟฟ้า Metter AE 200
- UV-Visible recording spectrophotometer UV-240 , Shimadzu
- เครื่องวัดสี (Chroma meter, Minolta รุ่น CR 400)
- pH meter
- ตู้อบแห้งแบบ heat pump
- เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ Novasina รุ่น TH 200
- เครื่องนวดแป้ง
- แป้งสาลีดูรัมเซโมลินา
- ตัวอย่างกล้วยดิบในท้องตลาด ได้แก่ กล้วยน้ำว้า กล้วยหอมทอง และกล้วยไข่

7.2 วิธีการ

7.2.1 การศึกษาการผลิตแป้งจากกล้วยชนิดต่าง ๆ

ศึกษาการผลิตแป้งจากกล้วย 3 ชนิด ได้แก่ กล้วยน้ำว้า กล้วยหอม และกล้วยไข่ โดยกรรมวิธีการผลิต 2 แบบ คือ วิธีการไม่แห้ง และวิธีการไม่เปียก วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ แล้วนำแป้งกล้วยที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพ ของแป้งกล้วยที่ผลิตได้

1. การผลิตแป้งกล้วยโดยวิธีการไม่แห้ง

นำกล้วยมาแกะเอาส่วนเนื้อแช่ในสารละลายกรดซิตริก 0.3 % w/v ผ่านให้เป็นแผ่นบาง แช่ในสารละลายโพตัสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ 0.3 นาน 25 นาที แล้วล้างด้วยน้ำเปล่า ผึ่งให้สะเด็ดน้ำ นำไปอบด้วยตู้อบแบบ heat pump ที่อุณหภูมิ 50 °C เป็นเวลา 17 ชั่วโมง แล้วนำมาบดให้ละเอียด

2. การผลิตแป้งกล้วยโดยวิธีการไม่เปียก

นำกล้วยมาแกะเอาส่วนเนื้อแช่ในสารละลายกรดซิตริก 0.3 % w/v แล้วแช่สารละลายโพตัสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ 0.3 นาน 25 นาที แล้วล้างด้วยน้ำเปล่า บดกล้วยให้ละเอียด นำมาใส่ถาดแล้วเข้าตู้อบแบบ heat pump ที่อุณหภูมิ 50 °C เป็นเวลา 17 ชั่วโมง แล้วนำมาบดให้ละเอียด

7.2.2 ศึกษาสมบัติของแป้งกล้วยชนิดต่าง ๆ

นำแป้งกล้วยชนิดต่าง ๆ ที่ผลิตได้มาศึกษาสมบัติทางเคมี และกายภาพดังนี้

1. ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของแป้งกล้วย

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของแป้งกล้วยประกอบด้วย การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (Proximate Analysis) ของแป้งกล้วยชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใย และความชื้น (AOAC, 1995) ศึกษาปริมาณแป้งโดยวิธี Glucoamylase method ส่งวิเคราะห์ที่หน่วยปฏิบัติการเทคโนโลยีแปรรูปมันสำปะหลังและแป้ง สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และสารอาหารที่สำคัญ ได้แก่ ปริมาณฟรุกแทน โดยวิธี enzymatic/spectrotometric method (AOAC official method 999.03) (AOAC, 1999)

2. ศึกษาปริมาณน้ำอิสระ (Aw)

การศึกษาปริมาณน้ำอิสระของแป้งกล้วยชนิดต่าง ๆ โดยใช้เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ Novasina รุ่น TH 200

3. ศึกษาค่าสีของแป้งกล้วย

การศึกษาค่าสีของแป้งกล้วยชนิดต่าง ๆ โดยใช้เครื่องวัดสี Chroma meter, Minolta รุ่น CR 400 วัดค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) และค่าสีเหลือง (b)

4. ศึกษาขนาดอนุภาคของแป้งกล้วย

ศึกษาขนาดอนุภาคและการกระจายตัวของขนาดเม็ดแป้งด้วยเครื่อง Image Analyser ส่งวิเคราะห์ที่หน่วยปฏิบัติการเทคโนโลยีแปรรูปมันสำปะหลังและแป้ง สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. ศึกษาช่วงอุณหภูมิเจลาติไนซ์ และค่าพลังงานในการเกิดเจลาติไนเซชัน

การศึกษาช่วงอุณหภูมิเจลาติไนซ์และค่าพลังงานในการเกิดเจลาติไนเซชัน โดยวิธี Differential scanning calorimeter ส่งวิเคราะห์ที่หน่วยปฏิบัติการเทคโนโลยีแปรรูปมันสำปะหลัง สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7.2.3 การศึกษาการประยุกต์ใช้แป้งกล้วยทดแทนแป้งในผลิตภัณฑ์อาหารเส้น

1. การศึกษาการผลิตเส้นพาสต้าสูตรทั่วไป

การศึกษาการผลิตเส้นพาสต้าสูตรทั่วไป ที่ดัดแปลงสูตรของ (ปิยนุช วังศิลาบัตร, 2548) โดยแป้ง 3 ชนิดคือ แป้งสาลีดูรัมเซโมลินา แป้งสาลีอเนกประสงค์ตราว่าว และแป้งสาลีดูรัมเซโมลินาผสมแป้งสาลี

อเนกประสงค์ทราบว่าในสัดส่วนที่เท่ากัน โดยมีวิธีการคือ ผสมแป้งกับน้ำ โดยใช้แป้ง 140 กรัม น้ำ 80 กรัม ผสมให้เข้ากัน แล้วนวดแป้งโดยให้เครื่องนวด 10 นาที ใช้เวลาในการพักโดโดยใช้พลาสติกคลุมแป้ง 15 นาที แล้วรีดให้เป็นแผ่นและตัดเส้นโดยเครื่องทำพาสต้า ใช้แป้งสาลีอเนกประสงค์ทราบว่า เป็นแป้งทำนวล แล้ววัดสามารถทนต่อแรงดึงสูงสุดของเส้นเทียบกับเส้นพาสต้าในท้องตลาดโดยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคที่ฝึกฝนจำนวน 10 คน

2. ศึกษาการใช้แป้งกล้วยทดแทนแป้งในการผลิตเส้นพาสต้า

การศึกษาค่าสีของแป้งกล้วยทดแทนแป้งในการผลิตเส้นพาสต้าโดยใช้แป้งกล้วยน้ำว่า และแป้งกล้วยไข่ที่ผลิตโดยวิธีใหม่แห่ง ทดแทนแป้งสาลีดูรัมเซโมลินาที่ระดับร้อยละ 10 20 และ 30 ของน้ำหนักแป้ง ผลิตเส้นพาสต้าโดยวิธีการผลิตเส้นพาสต้าสูตรทั่วไป วางแผนการทดลองแบบ RCB ศึกษาคุณภาพในด้านต่าง ๆ ดังนี้

- ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (Proximate Analysis) ของตัวอย่างเส้นพาสต้า ได้แก่ ปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใย ความชื้น และคาร์โบไฮเดรต (AOAC, 1995)
- การศึกษาค่าสีของเส้นพาสต้าโดยปั่นเส้นพาสต้าให้ละเอียด แล้ววัดสีด้วยเครื่องวัดสี Chroma meter, Minolta รุ่น CR 400 วัดค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) และค่าสีเหลือง (b)
- ศึกษาลักษณะเนื้อสัมผัสโดยวัดการต้านแรงดึงขาดด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส TA.TX-Plus ใช้หัววัด Spaghetti tensile Grips (A/SPR) ของเส้นพาสต้าที่ต้มในน้ำเดือด 6 นาที แล้วแช่น้ำเย็นทันที
- ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้าน สี กลิ่น รสชาติ ความนุ่ม ความเหนียว และความชอบโดยรวมกับผู้บริโภคที่ฝึกฝนจำนวน 10 คน ด้วยแบบทดสอบเชิงพรรณนา

ระยะเวลาดำเนินการ : ตุลาคม 2554 - กันยายน 2555

สถานที่ดำเนินการ : สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

8.1 การศึกษาค่าสีของแป้งกล้วยจากกล้วยชนิดต่าง ๆ

ในการศึกษาค่าสีของแป้งกล้วยจากกล้วย 3 ชนิด คือ กล้วยน้ำว่า กล้วยหอม และกล้วยไข่ โดยวิธีการใหม่แห่งและไม้เปียกนั้น ได้ปริมาณผลแป้งคิดเป็นปริมาณร้อยละ 11.19 – 18.57 ของน้ำหนักกล้วยดิบทั้งผล โดยผลผลิตแป้งกล้วยที่ได้จะมีลักษณะเป็นผงเนื้อละเอียดและมีกลิ่นหอมอ่อน ๆ ของกล้วยแต่ละชนิด จากการศึกษาสมบัติในด้านต่าง ๆ ของแป้งกล้วยแต่ละชนิด ให้ผลดังนี้ (Table 1)

8.1.1 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของแป้งกล้วย

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของแป้งกล้วย การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (Proximate Analysis) ของแป้งกล้วยชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใย ความชื้น คาร์โบไฮเดรต

และปริมาณแป้ง จะเห็นได้ว่าองค์ประกอบทางเคมีส่วนใหญ่ของแป้งกล้วย คือคาร์โบไฮเดรต โดยมีแป้งเป็นองค์ประกอบหลัก ปริมาณแป้งของแป้งกล้วยชนิดทั้ง 3 ชนิด อยู่ระหว่างร้อยละ 75.50 – 83.53 ซึ่งสูงกว่าปริมาณคาร์โบไฮเดรตของแป้งสาลีดูรัมเซโมลินา (ร้อยละ 74.94) (ปิยนุช วังศิลาบัตร, 2548) ซึ่งเป็นสาลีชนิดที่นิยมใช้เส้นพาสต้า ทำให้สามารถพิจารณานำแป้งกล้วยมาใช้ทดแทนแป้งสาลีได้ แต่แป้งกล้วยมีปริมาณโปรตีนและไขมันต่ำกว่าแป้งสาลี โดยมีโปรตีนอยู่ระหว่างร้อยละ 2.54 – 4.48 ซึ่งมีปริมาณโปรตีนแป้งสาลีดูรัมเซโมลินา (ร้อยละ 12.31) (ปิยนุช วังศิลาบัตร, 2548) และแป้งสาลี (ร้อยละ 7 – 11) (Ronsivalli & Vieira, 1992) ซึ่งแป้งกล้วยน่าจะมีความโปรตีนต่ำสุด ทำให้เป็นข้อจำกัดในการนำแป้งกล้วยมาทดแทนแป้งสาลี โดยโปรตีนของแป้งสาลีจะส่งผลถึงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ได้ จึงต้องมีการทดลองหาปริมาณการทดแทนที่เหมาะสม นอกจากนี้แป้งกล้วยชนิดต่าง ๆ มีปริมาณเถ้าอยู่ระหว่างร้อยละ 1.78 – 4.09 และปริมาณเส้นใยอยู่ระหว่างร้อยละ 0.83 – 1.19 ซึ่งสูงกว่าแป้งสาลีดูรัมเซโมลินา (ร้อยละ 0.93) (ปิยนุช วังศิลาบัตร, 2548) แสดงให้เห็นว่าแป้งกล้วยมีปริมาณแร่ธาตุมากกว่า ซึ่งแร่ธาตุที่พบมากในกล้วยได้แก่ โปแตสเซียม แมกนีเซียม ฟอสฟอรัสและแคลเซียม (Bello-Pérez, Agama-Acevedo, Sánchez-Hernández, & Paredes-López, 1999) นอกจากนี้การศึกษาปริมาณฟรุกแทน ซึ่งเป็นสารพรีไบโอติกส์ที่มีคุณประโยชน์ต่อร่างกายพบว่าแป้งกล้วยชนิดต่าง ๆ มีปริมาณฟรุกแทนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีปริมาณเฉลี่ยร้อยละ 0.058 และมีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาปริมาณใยอาหารในแป้งกล้วยดิบ ซึ่งมีปริมาณฟรุกแทน 0.05 g/100 g (Menezes et al., 2011)

Table 1 Characteristic of different type of banana flour

Characteristic	Dry milling			Wet milling		
	Kluay Nam-wa	Kluay Hom	Kluay Khai	Kluay Nam-wa	Kluay Hom	Kluay Khai
Chemical composition						
Moisture (%)	7.93a	7.00a	7.20a	6.23a	6.94a	6.24a
Ash (%)	1.78d	2.55c	2.19cd	2.58c	4.09a	3.11b
Lipid (%)	0.24bc	0.34a	0.27b	0.19c	0.20c	0.21bc
Protein (%)	2.54b	4.02a	4.48a	2.22b	4.08a	4.39a
starch (%)	83.53a	75.50c	77.85bc	80.78ab	75.97c	78.66bc
Fiber (%)	0.95a	1.04a	0.83a	1.19a	1.15a	1.06a
Fructans (%)	0.048a	0.072a	0.081a	0.048a	0.065a	0.036a
Physical property						
a_w	0.341a	0.333a	0.375a	0.302a	0.392a	0.368a
Lightness score (L)	82.69a	80.22a	80.75a	78.96a	75.52a	77.66a
Green-Red score (a)	0.90ab	0.64ab	-0.15b	1.92a	1.82a	1.83a

Characteristic	Dry milling			Wet milling		
	Kluay Nam-wa	Kluay Hom	Kluay Khai	Kluay Nam-wa	Kluay Hom	Kluay Khai
Blue-Yellow score (b)	7.63d	7.97cd	12.05a	9.13bc	7.86d	9.64b
Partical size (μm)	10 - 59	10 - 56	10 - 48	10 - 58	10 - 58	10 - 58
Gelatinization temperature ($^{\circ}\text{C}$)	80.50 \pm 0.50	80.17 \pm 0.00	77.42 \pm 0.12	79.59 \pm 0.12	81.00 \pm 0.00	78.44 \pm 0.10
Gelatinization energy (J/g)	14.45 \pm 0.34	12.90 \pm 0.17	12.18 \pm 0.21	13.74 \pm 0.02	12.27 \pm 0.09	12.35 \pm 0.47
Yield (%)	17.48a	15.22ab	15.58a	18.57a	11.19b	14.90ab

Means within the same row followed by different letter are significantly different ($P < 0.05$) by DMRT test.

8.1.2 การศึกษาปริมาณน้ำอิสระ

ปริมาณน้ำอิสระเป็นปัจจัยที่สำคัญในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร ซึ่งมีผลต่อการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหาร เนื่องจากปริมาณน้ำอิสระเป็นปัจจัยที่ชี้ระดับปริมาณน้ำต่ำสุดในอาหารที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและใช้ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ ซึ่งจากการศึกษาปริมาณน้ำอิสระในแป้งกล้วยแต่ละชนิดมีปริมาณน้ำอิสระ (A_w) เฉลี่ย 0.352 จัดอยู่ในช่วงผลิตภัณฑ์อาหารแห้ง ซึ่งการผลิตแป้งด้วยกรรมวิธีโม่แห้งและไม่เปียก และชนิดของกล้วยทำให้ได้แป้งกล้วยที่ปริมาณน้ำอิสระไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกันสถิติ ($p > 0.05$)

8.1.3 การศึกษาค่าสีของแป้งกล้วย

จากการศึกษาค่าสีแป้งกล้วยชนิดต่าง ๆ ซึ่งมีลักษณะเป็นสีขาวออกเหลืองถึงน้ำตาลเทา เมื่อนำมาวัดค่าสี มีค่าความสว่าง (L) อยู่ระหว่าง 75.52 – 82.69 ค่าสีแดงอยู่ระหว่าง -0.15 – 1.92 และ ค่าสีเหลืองอยู่ระหว่าง 7.63 – 12.05 ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าสีโดยรวมแล้วแป้งกล้วยโม่แห้งโดยวิธีโม่แห้งจะมีสีเหลืองนวลชัดเจนกว่าแป้งกล้วยชนิดอื่น และวิธีโม่แห้งจะให้สีของแป้งกล้วยเป็นสีเหลืองนวลมากกว่าวิธีโม่เปียก (Figure 1) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการผลิตโดยวิธีโม่แห้งนั้นจะแช่สารละลายโปตัสเซียมเมตตาไบซัลไฟต์ 0.3 นาน 25 นาที ล้างด้วยน้ำเปล่า ผึ่งให้สะเด็ดน้ำ ก่อนนำไปอบแห้ง ทำให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสสารละลายโปตัสเซียมเมตตาไบซัลไฟต์สูงกว่าการแช่ทั้งลูกในกรรมวิธีโม่เปียก จึงสามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในกรรมวิธีโม่แห้งได้ดีกว่าวิธีการโม่เปียก ซึ่งการนำแป้งกล้วยไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารอาจมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำกว่าการใช้แป้งสาลี

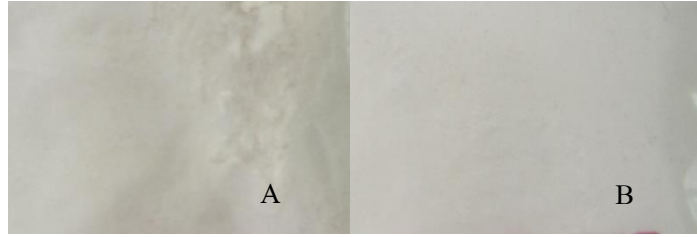


Figure 1 Banana flour from Kluyai Khai. A : dry milling, B : wet milling.

8.1.4 ศึกษาขนาดอนุภาคของแป้งกล้วย

ขนาดอนุภาคของแป้งจะมีผลต่อสมบัติของแป้ง เช่น ความหนืด การเกิดเจลของแป้ง ซึ่งจากการศึกษาขนาดอนุภาคของแป้งกล้วยด้วยเครื่อง Image Analyser พบว่าแป้งกล้วยชนิดต่าง ๆ มีขนาดอนุภาคอยู่ระหว่าง 10 – 59 μm ซึ่งมีขนาดอนุภาคเล็กกว่าการศึกษาแป้งกล้วย (*Musa cavendishii*) ที่มีรายงานก่อนหน้านี้โดยมีขนาดระหว่าง 70 – 110 μm (Bezerra, Amante, de Oliveira, Rodrigues, and da Silva, 2013)

8.1.5 ศึกษาช่วงอุณหภูมิเจลาติไนซ์ และค่าพลังงานในการเกิดเจลาติไนเซชัน

การเกิดเจลาติไนซ์หรือการสุกของเม็ดแป้งเป็นการทำลายโครงสร้างผลึกของเม็ดแป้ง ขึ้นอยู่กับขนาดและรูปร่างของเม็ดแป้ง ปริมาณอะไมโลส ความเป็นผลึก ปริมาณโปรตีน และไขมัน (Ronsivalli and Vieira, 1992) จากการศึกษาช่วงอุณหภูมิเจลาติไนซ์ของแป้งกล้วยชนิดต่าง ๆ พบว่าแป้งกล้วยทั้ง 3 ชนิดมีอุณหภูมิเจลาติไนซ์อยู่ในช่วงระหว่าง 77.42 - 81.00 $^{\circ}\text{C}$ และมีพลังงานในการเกิดเจลาติไนเซชันอยู่ระหว่าง 12.18 - 14.45 J/g ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิเจลาติไนซ์ของแป้งกล้วยกับแป้งสาลี (52 – 63 $^{\circ}\text{C}$) แป้งเมล็ดทุเรียน (63 - 66 $^{\circ}\text{C}$) แป้งมันสำปะหลัง (58.5 – 70 $^{\circ}\text{C}$) และแป้งข้าวโพด (62 – 72 $^{\circ}\text{C}$) (สิรินาถ ตัณฑเกษม, 2542) พบว่าแป้งกล้วยทั้ง 3 มีอุณหภูมิเจลาติไนซ์สูงกว่า

8.2 การศึกษาการประยุกต์ใช้แป้งกล้วยทดแทนแป้งในผลิตภัณฑ์อาหารเส้น

8.2.1 การศึกษาการผลิตเส้นพาสต้าสูตรทั่วไป

จากการศึกษาการผลิตเส้นพาสต้าสูตรทั่วไปโดยแป้ง 3 ชนิดคือ แป้งสาลีดูรัมเซโมลินา แป้งสาลีอเนกประสงค์ตราว่าว และแป้งสาลีดูรัมเซโมลินาผสมแป้งสาลีอเนกประสงค์ตราว่าวในสัดส่วนที่เท่ากัน พบว่าลักษณะเนื้อสัมผัสโดยวัดการต้านแรงดึงขาด พบว่าเส้นพาสต้าจากแป้งสาลีดูรัมเซโมลินาซึ่งเป็นแป้งสาลีที่นิยมใช้ในการผลิตพาสต้า (ปิยนุช วงศ์ลาบัตร, 2548) สามารถต้านแรงดึงขาดได้สูงกว่า แป้งสาลีอเนกประสงค์ และแป้งสาลีดูรัมเซโมลินาผสมแป้งสาลีอเนกประสงค์ตราว่าว คือ 58.325 52.506 และ 56.743 g ตามลำดับ (Table 2) แต่สามารถต้านแรงดึงขาดได้ต่ำกว่าเส้นพาสต้าทางการค้ายี่ห้อ Agnesi (62.889 g) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกรรมวิธี

ผลผลิตที่แตกต่างกันทำให้เส้นพาสต้าทางการค้าจึงมีความเหนียวมากกว่าแม้จะผลิตด้วยแป้งสาลีดูรัมเซโมลินา เช่นเดียวกัน

เมื่อทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคซึ่งมีจำนวน 10 คน ด้วยแบบทดสอบเชิงพรรณนาในด้านสี กลิ่น รสชาติ ความนุ่ม ความเหนียว และความชอบโดยรวม พบว่า เส้นพาสต้าที่ได้รับคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงที่สุดจากผู้บริโภคคือ เส้นพาสต้าทางการค้ายี่ห้อ Agnesi ซึ่งรองลงมาได้แก่ เส้นพาสต้าจากแป้งสาลีดูรัมเซโมลินา

Table 2 Tensile strength of pasta from durum semolina wheat, All-purpose flour and mix of durum semolina wheat and All-purpose flour.

sample	Tensile strength (g)
durum semolina wheat	58.325b
all-purpose flour	52.506c
mix of durum semolina wheat and All-purpose flour	56.743b
Commercial pasta (Agnesi)	62.889a

Means within the same column followed by different letter are significantly different ($P < 0.05$).

8.2.2 ศึกษาการใช้แป้งกล้วยทดแทนแป้งในการผลิตเส้นพาสต้า

เมื่อนำแป้งกล้วยทดแทนแป้งในการผลิตเส้นพาสต้าโดยใช้แป้งกล้วยน้ำว้า และแป้งกล้วยไข่ที่ผลิตโดยวิธีไม่แห้ง ทดแทนแป้งสาลีดูรัมเซโมลินาที่ระดับร้อยละ 10 20 และ 30 ของน้ำหนักแป้ง ผลิตเส้นพาสต้าโดยวิธีการผลิตเส้นพาสต้าสูตรทั่วไป พบว่าที่ระดับการทดแทนแป้งสาลีดูรัมเซโมลินาด้วยแป้งกล้วยน้ำว้าและกล้วยไข่ที่ระดับร้อยละ 30 ของน้ำหนักแป้ง จะได้แป้งที่มีลักษณะร่วนไม่เหนียว ไม่สามารถรีดให้เป็นแผ่นและตัดเส้นได้ เมื่อนำเส้นพาสต้าที่ผลิตได้จากการใช้แป้งกล้วยทดแทนแป้งสาลีดูรัมเซโมลินาศึกษาคุณภาพในด้านต่าง ๆ เทียบกับเส้นพาสต้าสูตรทั่วไปให้ผลดังนี้

1. ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ

การศึกษาก่อนองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (Proximate Analysis) ของเส้นพาสต้าสูตรทั่วไปจากแป้งสาลีดูรัมเซโมลินา และเส้นพาสต้าที่ใช้แป้งกล้วยน้ำว้าและแป้งกล้วยไข่ทดแทนที่ร้อยละ 10 และ 20 ได้แก่ ปริมาณโปรตีน ไขมัน เกล็ด เส้นใย ความชื้น คาร์โบไฮเดรต และปริมาณแป้ง จะเห็นได้ว่าองค์ประกอบทางเคมีของเส้นพาสต้าสูตรทั่วไปจะแตกต่างกับเส้นพาสต้าที่ใช้แป้งกล้วยทั้งสองชนิดทดแทนอย่างมีนัยสำคัญ

(Table 3) โดยเส้นพาสต้าสูตรทั่วไปจะมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าเส้นพาสต้าที่ทดแทนด้วยแป้งกล้วย เนื่องจากแป้งสาลีดูรัมเซโมลินามีปริมาณโปรตีนสูงกว่าแป้งกล้วยน้ำว้าและกล้วยไข่ ส่วนปริมาณเถ้า เส้นใย และไขมัน ในเส้นพาสต้าที่ทดแทนด้วยแป้งกล้วยจะมีปริมาณสูงกว่าเส้นพาสต้าสูตรทั่วไป แสดงให้เห็นว่าการใช้แป้งกล้วยทดแทนแป้งสาลีดูรัมเซโมลินาในการผลิตเส้นพาสต้าจะช่วยเพิ่มแร่ธาตุและสารอาหารต่าง ๆ ให้กับผลิตภัณฑ์ได้ด้วย

Table 3 Characteristic of pasta produced from durum semolina wheat flour and substituted with different levels of banana flour.

characteristic	durum semolina wheat flour	% substituted with Kluay Nam-wa		% substituted with Kluay Khai	
		10	20	10	20
Chemical composition					
moisture (%)	11.12c	10.52d	10.69d	11.85b	12.20a
ash (%)	0.42e	0.56d	0.66b	0.63c	0.72a
lipid (%)	0.06d	0.11c	0.14 b	0.18a	0.17a
protien (%)	8.90a	8.08bc	7.72c	8.23b	7.93bc
fiber (%)	1.11abc	1.30a	1.24ab	0.84bc	0.76c
Physical property					
Aw	0.77c	0.66e	0.74d	0.78b	0.80a
Lightness score (L)	78.94a	73.57c	75.88b	70.57d	68.37e
Green-Red score (a)	0.42e	1.85b	1.33d	1.63c	2.36a
Blue-Yellow score (b)	12.74a	9.55c	10.17b	9.07d	8.15e

Means within the same row followed by different letter are significantly different ($P < 0.05$) by DMRT test.

2 การศึกษาค่าสีของเส้นพาสต้า

การศึกษาค่าสีของเส้นพาสต้าสูตรทั่วไปเทียบกับเส้นพาสต้าที่ทดแทนด้วยแป้งกล้วยให้ผลดังแสดงใน Table 3 จะเห็นได้ว่าเส้นพาสต้าที่ทดแทนด้วยแป้งกล้วยมีสีคล้ำกว่าเส้นพาสต้าสูตรทั่วไป ทั้งนี้เนื่องจากแป้งกล้วยทั้งสองชนิดคือแป้งกล้วยน้ำว้าและแป้งกล้วยไข่มีสีคล้ำกว่าแป้งสาลีดูรัมเซโมลินา

3. การศึกษาลักษณะเนื้อสัมผัส

การศึกษาลักษณะเนื้อสัมผัสโดยวัดการต้านแรงดึงขาดให้ผลแสดงใน Table 4 จะเห็นได้ว่าเมื่อทดแทนแป้งสาลีดูรัมเซโมลินาด้วยแป้งกล้วยน้ำว้าร้อยละ 20 ของปริมาณแป้งทั้งหมด จะทำให้การต้านแรงดึงขาดของเส้นพาสต้าลดลง ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณโปรตีนในเส้นพาสต้าที่ลดลงไป

Table 4 Tensile strength of pasta from durum semolina wheat, All-purpose flour substituted with different levels of Kluyay Nam-wa flour.

sample	Tensile strength (g)
durum semolina wheat	56.275a
10 % substituted	58.830a
20 % substituted	47.128b

Means within the same column followed by different letter are significantly different ($P < 0.05$).

4. ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคทั้งฝึกฝนจำนวน 10 คน ด้วยแบบทดสอบเชิงพรรณนาในด้านสี กลิ่น รสชาติ ความนุ่ม ความเหนียว และความชอบโดยรวม ของเส้นพาสต้าทางการค้า เส้นพาสต้าสูตรทั่วไปจากแป้งสาลีดูรัมเซโมลินา และเส้นพาสต้าที่ทดแทนด้วยแป้งกล้วยน้ำว้าร้อยละ 10 และ 20 ให้ผลดัง Table 5 จะเห็นได้ว่าผู้บริโภคมารับสีและกลิ่นของผลิตภัณฑ์เส้นพาสต้าที่ทดลองด้วยแป้งกล้วยน้ำว้าร้อยละ 10 และ 20 ในระดับเดียวกับเส้นพาสต้าจากแป้งสาลีดูรัมเซโมลินา ส่วนความนุ่มและความเหนียวของผลิตภัณฑ์จะได้รับคะแนนการยอมรับน้อยลงเมื่อทดลองด้วยแป้งกล้วยน้ำว้าร้อยละ 10 และ 20 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาลักษณะเนื้อสัมผัสโดยวัดการต้านแรงดึงขาด เส้นพาสต้าที่ได้รับคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงที่สุดจากผู้บริโภคคือ เส้นพาสต้าทางการค้ายี่ห้อ Agnesi ซึ่งเส้นพาสต้าสูตรทั่วไปจากแป้งสาลีดูรัมเซโมลินา และเส้นพาสต้าที่ทดแทนด้วยแป้งกล้วยน้ำว้าร้อยละ 10 และ 20 มีคะแนนการยอมรับโดยรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ

Table 5 Sensory scores of commercial pasta, pasta produced from durum semolina wheat and substituted with different levels of Kluay Nam-wa flour.

Qualities	Commercial pasta (Agnesi)	durum semolina wheat flour	% substituted with Kluay Nam-wa	
			10	20
Color	4.75a	3.75b	3.38b	3.38b
Smell	4.38a	3.75ab	3.75ab	3.50b
Flavor	4.12a	3.75a	3.88a	3.62a
Tenderness	4.25a	3.25a	2.50c	2.50c
toughness	3.88a	3.25a	3.00bc	2.62c
Overall liking	4.38a	3.25b	3.25b	3.25b

Means within the same row followed by different letter are significantly different ($P < 0.05$) by DMRT test.

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

- การผลิตแป้งกล้วยจากกล้วย 3 ชนิดได้แก่ กล้วยน้ำว้า กล้วยหอม และกล้วยไข่ โดยวิธีไม่แห้งและไม่เปียก จะได้แป้งกล้วยที่มีสีจะมีลักษณะเป็นผงเนื้อละเอียดและมีกลิ่นหอมอ่อน ๆ ของกล้วยแต่ละชนิด โดยวิธีการไม่แห้งจะให้สีของแป้งสีเหลืองนวลมากกว่าวิธีการไม่เปียก ซึ่งประกอบด้วยปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า แป้ง และฟรุกแทน อยู่ระหว่างร้อยละ 6.23 – 7.933, 2.22 – 4.48, 0.19 – 0.34, 1.78 – 4.09 , 75.50 – 83.53 และ 0.036 – 0.081 ตามลำดับ

- การศึกษาการใช้แป้งกล้วยน้ำว้าและแป้งกล้วยไข่ ทดแทนแป้งในการผลิตเส้นพาสต้า พบว่าสามารถใช้แป้งกล้วยทดแทนแป้งสาลีดูรัมเซโมลินาได้สูงสุดร้อยละ 20 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมดเนื่องจากเมื่อทดแทนแป้งกล้วยในปริมาณสูงขึ้น จะทำให้แป้งไม่สามารถรีดเป็นแผ่นและตัดเส้นได้ เมื่อเพิ่มปริมาณการทดแทนด้วยแป้งกล้วยจะทำให้เนื้อสัมผัสโดยการวัดแรงต้านแรงดึงขาดของเส้นพาสต้าลดลง

- ควรศึกษาถึงการประยุกต์สารเสริมเนื้อสัมผัส ในการพัฒนาแป้งกล้วยในการผลิตเส้นพาสต้า

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผลจากการทดลองนี้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการการผลิตแป้งกล้วย และคุณสมบัติของแป้งกล้วย 3 ชนิด คือ กล้วยน้ำว้า กล้วยไข่ และกล้วยหอม ซึ่งสามารถนำไปผลิตแป้งกล้วยในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้

นอกจากนี้ยังสามารถประยุกต์ใช้แป้งกล้วยทดแทนแป้งสาลีในการผลิตเส้นพาสต้าเพื่อนเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ และลดต้นทุนการผลิตได้อีกด้วย

11. คำขอบคุณ

-

12. เอกสารอ้างอิง

ปิยนุช วังศิลาบัตร. 2548. การพัฒนาเส้นสปาเกตตีอบแห้งจากแป้งข้าวหอมมะลิ. วิทยาสตรมหาบัณฑิต(พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สิรินาถ ตันทเกษม. 2542. สมบัติของแป้งจากเมล็ดทุเรียนและการนำไปใช้ประโยชน์: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.

AOAC. 1995. *Official methods of analysis of AOAC International*. 16th ed. Arlington, Virginia.

AOAC. 1999. AOAC Official Method 999.03 Measurement of Total Fructan in Foods. *Journal of AOAC International*. 82.

Bello-Pérez, L. A., Agama-Acevedo, E., Sánchez-Hernández, L., and Paredes-López, O. 1999. Isolation and Partial Characterization of Banana Starches. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(3), 854-857. doi: 10.1021/jf980828t

Bezerra, C. V., Amante, E. R., de Oliveira, D. C., Rodrigues, A. M. C., and da Silva, L. H. M. 2013. Green banana (*Musa cavendishii*) flour obtained in spouted bed – Effect of drying on physico-chemical, functional and morphological characteristics of the starch. *Industrial Crops and Products*, 41(0), 241-249. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.04.035>

Menezes, E., Tadini, C., Tribess, T., Zuleta, A., Binaghi, J., Pak, N., . . . Lajolo, F. 2011. Chemical Composition and Nutritional Value of Unripe Banana Flour (*Musa acuminata*, var. Nanicão). *Plant Foods for Human Nutrition*, 66(3), 231-237. doi: 10.1007/s11130-011-0238-0

Ronsivalli, L. J., and Vieira, E. R. 1992. *Elementary food science*. 3rd ed. New York, Van Nostrand Reinhold.

หมายเหตุ

รูปแบบ :

- หัวเรื่องข้อ 1-13 : ตัวอักษร TH SarabunPSK ขนาด 16 Point ตัวหนา
- เนื้อหา : ตัวอักษร TH SarabunPSK ขนาด 16 Point ตัวธรรมดา
- Page Setup : ด้านบน 2.5 ซม. ด้านซ้าย 2.5 ซม. ด้านขวา 2 ซม. ด้านล่าง 2.5 ซม.
- ขนาด A4 โดยใช้ Program Microsoft Word

* ให้แนบไฟล์รูปภาพประกอบด้วย เพื่อนำไปจัดทำรูปเล่มต่อไป

* จัดส่งข้อมูลไปยังกลุ่มติดตามและประเมินผล กองแผนงานและวิชาการในรูปเอกสารหรือส่งข้อมูลทาง

Email Address : nonglux.k@doa.in.th